

# 胡萝卜主枝花序及种盘性状的关联分析

宋红霞 曹晶晶 王瑞丽 张光星\*

(山西农业大学园艺学院, 山西太谷 030801)

**摘要:** 对 7 个亲缘关系较远的胡萝卜常规品种的花序类型、形态特征及相应的种盘类型、种子产量和质量性状进行调查分析。结果表明, 7 个品种盛花期钟铃型花盘所占比率最多, 半铃型稍次之, 平盘型最少。钟铃型花盘的面积、总小花数显著高于其他类型花盘。结实后, 钟铃型花盘多形成平头型种盘, 平盘型花盘多形成闭合型种盘, 半铃型花盘则多形成平头型与杯碗型种盘。比较 3 种种盘类型的种子产量和质量, 平头型种盘各指标均优于闭合型和杯碗型种盘, 其单种盘产量最高, 种子最大, 最为饱满, 发芽率和发芽势最高, 电导率最小。

**关键词:** 胡萝卜; 花序; 种盘

胡萝卜 (*Daucus carota* L. var. *sativa* DC.) 属伞形科胡萝卜属二年生草本植物, 复伞形花序, 一个总花序有 8~12 层, 不整枝的情况下, 一般由 70~110 个小花序组成, 每个小花序有花 10~160 朵, 多为白色, 着生于花序顶端, 两性花, 异花授粉 (齐玉香, 1999)。每一花序盛开时称花盘、结籽中后期称种盘 (孔令娟等, 2004)。

Marwaha (1978) 将种盘分成两种类型, 对不同类型主枝种盘所采收种子进行质量检测后发现, 平头型及杯碗型种盘均可获得高发芽率的种子。在此基础上, Pandita 和 Shantha (2000) 连续两年对胡萝卜花序研究发现, 花盘与种盘均可以分成 3 种类型, 主枝上的钟铃型花盘没有形成闭合型种盘, 而平盘型花盘大多数形成闭合型种盘, 半铃型花盘平均分配形成为平头型、杯碗型和闭合型种盘。不同品种或同一品种的不同花枝之间, 花序的形态特征存在一定的差异。

到目前为止, 国外研究学者对胡萝卜花序形态分类观点不同, 而国内对胡萝卜花序形态特征较全面细致的研究还未见报道, 本试验通过研究 7 个胡

萝卜品种的花序类型、特征特性以及相应的种盘类型、种子产量和质量性状, 试图对胡萝卜花序类型的遗传规律进行深入研究, 找到花盘类型与种盘类型之间的关系, 以期对胡萝卜育种工作者选种、种子生产者提高种子质量提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试的 7 个亲缘关系较远的胡萝卜常规品种分别为 1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#, 由山西农业大学园艺学院胡萝卜育种课题组提供。1# 和 2# 为山西省晋中市地方品种, 3# 和 4# 为山西省运城市地方品种, 5#、6# 和 7# 为山西省大同市地方品种。

种株 (肉质根) 于 2011 年秋季生产, 冬季沟藏, 2012 年 2 月 20 日定植于山西农业大学园艺学院试验站的日光节能温室 (白天最高温度 32℃, 夜间最低温度 10℃, 每天约 11 h 光照)。试验地为壤土, 半高垄, 父母本双行定植, 行距 55 cm, 株距 35 cm, 地膜覆盖, 常规管理。

### 1.2 试验方法

1.2.1 花序形态指标测定 7 个胡萝卜品种各挑选长势健壮一致的植株 30 株, 对其编号挂签, 待观察记录。选取主枝上待展开的花苞, 每天定时对其直径和形状进行观察、拍照和记录, 直至结实期结束。盛花期 (单花序开放率 80% 左右) 时分别测定花盘的直径、高度并记录此时的花盘形状, 种子

宋红霞, 博士, 讲师, 专业方向: 蔬菜育种及生物技术应用, E-mail: hongxiasong2008@126.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 张光星, 教授, 专业方向: 蔬菜育种, E-mail: gxzhang1956@sina.com.cn

收稿日期: 2014-07-30; 接受日期: 2014-11-20

基金项目: 山西农业大学科技创新基金项目 (2005042)

待采收时对挂签的植株种盘类型进行记录。花盘面积的计算方法如下:

$$\text{钟铃型面积} = \pi R^2 + 2\pi Rh$$

$$\text{半铃型面积} = 2\pi R^2; \text{平盘型面积} = \pi R^2$$

其中 R 为花盘半径, h 为花盘高度。

1.2.2 种子产量、质量测定 种子成熟后将单株主枝种盘分别采收于纱网袋中, 自然条件下风干, 各品种各种盘分别进行脱粒, 去除秕籽和杂质后分装, 称量产种量。

从各处理籽粒中随机取 500 粒种子, 称重并计算千粒重; 同时随机抽取 10 粒种子, 测量种子长与宽, 3 次重复。

1.2.3 发芽活力测定 对收获的种子进行室内发芽试验, 培养箱恒温 25℃, 每天定时观察, 每个种盘类型 3 次重复, 每个重复 100 粒种子, 10 d 为发芽期界限, 胚根露出 1 mm 为发芽 (Steckel et al., 1989; 宋红霞等, 2008)。

$$\text{发芽率} = 10 \text{ d 时发芽总数} / \text{种子总数} \times 100\%$$

$$\text{发芽势} = 5 \text{ d 时发芽总数} / \text{种子总数} \times 100\%$$

1.2.4 电导率的测定 各类型种盘取 100 粒种子, 蒸馏水反复清洗种子表面灰尘至种子洁净, 灭菌滤纸吸干种子表面水分, 放入灭菌试管中, 加入 10 mL 双蒸水, 置于 23~26℃ 室温下 24 h, 用 INOLAB COND-730 电导仪测定外渗液电导值  $S_1$ , 然后将测量试管置于沸水浴中 10 min, 取出, 冷却至室温后, 再测定其电导值  $S_2$ , 3 次重复 (宋红霞, 2005)。

$$\text{相对电导率 (EC)} = S_1/S_2 \times 100\%$$

1.2.5 数据处理 试验数据进行多重比较, 邓肯氏新复极差测验, 采用 SAS 进行统计分析, 并对百分率数值做反正弦转换。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种盛花期花盘类型比率分布

从表 1 可以看出, 1#、2# 植株中半铃型花盘

所占比率最高, 并且 1# 植株中没有平盘型花盘。而 3#、4#、5#、6# 植株中钟铃型花盘所占比率高于其他两种花盘。7# 植株中钟铃型花盘与半铃型花盘比率相等且都高于平盘型花盘。综合数据还可以看出, 7 个品种植株中钟铃型花盘所占比率最高, 达到 47.1%, 其次半铃型花盘为 41.0%, 而最少的是平盘型花盘, 仅为 11.9%。由此说明, 7 个胡萝卜品种其花盘类型以钟铃型和半铃型为主。

表 1 不同品种花盘类型比率分布

品种	钟铃型花盘		半铃型花盘		平盘型花盘	
	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%
1#	14.0	46.7	16.0	53.3	0	0
2#	9.0	30.0	20.0	66.7	1.0	3.3
3#	15.0	50.0	9.0	30.0	6.0	20.0
4#	15.0	50.0	13.0	43.3	2.0	6.7
5#	15.0	50.0	9.0	30.0	6.0	20.0
6#	18.0	60.0	6.0	20.0	6.0	20.0
7#	13.0	43.3	13.0	43.3	4.0	13.3

### 2.2 花盘形态特征分析

从表 2 可以看出, 3 种类型的花盘, 小花序数之间无显著差异, 花盘面积和总小花数均为钟铃型显著大于半铃型、平盘型, 且半铃型显著大于平盘型。但花盘直径表现为半铃型和平盘型显著大于钟铃型, 由此说明花盘面积不一定只取决于直径, 还与花盘的形状密切相关。钟铃型花盘的面积及总小花数较半铃型和平盘型的大, 因此授粉面积也大, 结实量也可能高于其他两种花盘, 进而种子产量也会相应提高。

表 2 不同类型主花盘形态指标比较

花盘类型	小花序数	花盘直径/cm	花盘面积/cm <sup>2</sup>	总小花数
钟铃型	87.0 a	13.80 b	496.15 a	4 218.5 a
半铃型	81.5 a	16.35 a	419.13 b	3 824.5 b
平盘型	80.0 a	16.55 a	215.02 c	3 613.0 c

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ( $\alpha=0.05$ ), 下表同。

从表 3 可以看出, 钟铃型、半铃型、平盘型 3 种类型花盘各轮单花序花朵数都呈由外围向内层依

表 3 花盘单轮花序数和单花序花朵数比较

花盘类型	最外侧第 1 轮		第 2 轮		第 3 轮		第 4 轮		前 4 轮小花序合计	
	小花序数	单花序花朵数	小花序数	单花序花朵数	小花序数	单花序花朵数	小花序数	单花序花朵数	小花序数	占总花序比例/%
钟铃型	13.5	64.0	12.5	60.5	12.5	55.5	13.5	51.0	52.0	67.5
半铃型	12.5	62.5	11.5	60.0	12.0	53.5	12.0	50.0	48.0	59.8
平盘型	12.0	61.0	13.0	56.0	15.0	52.0	14.0	46.5	54.0	58.9

次递减的规律，且观察发现，开花顺序也是由外向内依次开放，所以在人工授粉工作中应先对最外侧一轮进行授粉，依次类推。还可以看出，3种类型的花盘由外到内，前4轮小花序数占各自总花序数的大部分，在调查期间发现，越到内圈小花序发育越不良，长势也越差，4轮以后更差，有些甚至在圈中心出现发育畸形的小花序。因此在进行人工授粉时应将重点放在外围的前4轮小花序。

图1是2012年钟铃型花盘到种盘的发育进程示意图，由图1、2可以看出，5月11日花苞形状呈小型杯碗状（图1-a，图2-a）。到5月23日花

苞形状由小型杯碗状变为平盘型（图1-b，图2-b），标志进入始花期。平盘型持续2d，到5月25日，花盘变为半铃型（图1-c，图2-c），经过大约1d的时间即5月26日，变为钟铃型（图1-d，图2-d），此时花盘进入盛花期。盛花期持续2d，到5月28日时花盘直径继续增大，花盘形状由钟铃型又变回到半铃型（图1-e，图2-e），这一过程说明花盘盛花期结束。到5月30日花盘直径减小，花盘形状也由半铃型变为平头型（图1-f，图2-f），花盘变成种盘，标志着开花期的结束和结实期的开始。

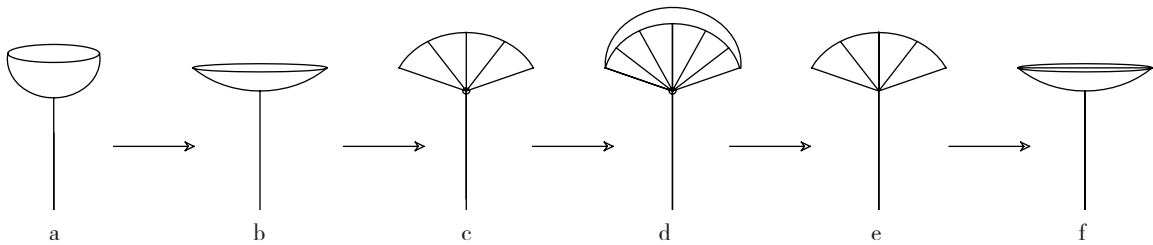


图1 胡萝卜钟铃型花盘发育进程示意图

a, 杯碗型花盘; b, 平盘型花盘; c, 半铃型花盘; d, 钟铃型花盘; e, 半铃型花盘; f, 平头型种盘; 下同。



图2 胡萝卜钟铃型花盘发育进程

### 2.3 花盘类型对种盘类型、种子产量和质量的影响

由图3、4可以看出，钟铃型（图4-a）、半铃型（图4-b）、平盘型（图4-c）的花盘发育为种盘后都表现为平头型（图4-d）、杯碗型（图4-e）和闭合型（图4-f）3种类型。其中钟铃型花盘变为种盘后多数呈平头型，较少一部分为杯碗型，而闭合型最少；对于半铃型花盘而言，变为种盘后平头型最多，杯碗型略少，闭合型只占少数；平盘型花盘变为种盘后，较多数变为闭合型，杯碗型和平头型相等且少于闭合型。

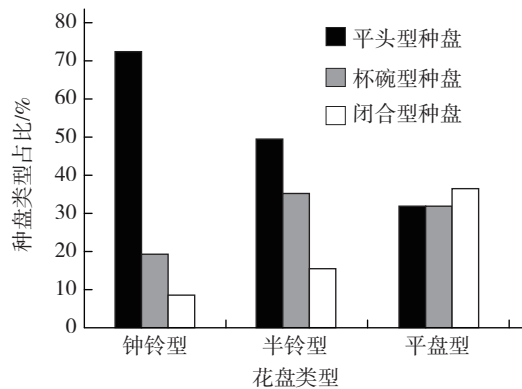


图3 种盘形状与花盘形状的关系



图4 胡萝卜不同花盘和种盘类型

a, 钟铃型花盘; b, 半铃型花盘; c, 平盘型花盘; d, 平头型种盘; e, 杯碗型种盘; f, 闭合型种盘。



由表4可以看出,平头型种盘的单种盘产量和种子长显著高于闭合型,千粒重虽与其他两种类型种盘无显著性差异,但均高于其他两种类型,这表明,平头型种盘种子产量高、种子饱满。平头型种盘的种子发芽率、发芽势均显著高于闭合型,说明

其种子发芽活力较高。

对于电导率,平头型种盘显著低于其他两种类型,闭合型最高,杯碗型居中,表明平头型种盘所收获种子的细胞膜结构较其他两种类型完整性好,种子抗逆性强。

表4 不同类型种盘种子产量及质量性状的比较

种盘类型	单种盘产量/g	种子长/cm	种子宽/cm	千粒重/g	发芽率/%	发芽势/%	EC/%
平头型	3.64 a	0.48 a	0.22 a	2.09 a	96.29 a	90.19 a	70.43 c
杯碗型	3.30 ab	0.44 ab	0.21 a	1.97 a	94.00 ab	86.10 ab	77.86 b
闭合型	2.46 b	0.39 b	0.21 a	1.99 a	89.00 b	76.67 b	81.32 a

### 3 结论与讨论

在调查的所有胡萝卜植株中,钟铃型花盘最多,半铃型其次,而平盘型最少。

钟铃型花盘的面积、总小花数、小花序数均占有一定的优势,其中面积与总小花数2项指标与半铃型、平盘型相差显著,而平盘型花盘最差。3种花盘类型的单花序花朵数均是由外向内依次递减,并且由外向内前4轮小花伞序数占总花序数的大部分,小花序发育良好,越到花盘中心长势越弱。因此在人工授粉中应由外向内依次进行,且重点在前4轮小花序。

对胡萝卜主枝花序发育进行动态调查发现,最初花盘开展为小型杯碗状且持续时间较长,随后由小型杯碗状过渡为平盘型,持续时间较短,这时植株进入始花期。当平盘型花盘变为半铃型后,一般历时1~2d花盘进入盛花期,此时花盘形状由半铃型变为钟铃型,钟铃型多持续2~3d,当钟铃型再回到半铃型时,预示着盛花期结束,种盘开始形成。

本试验结果表明,平盘型花盘形成较多的闭合型种盘,而对于半铃型花盘,则是平头型和杯碗型种盘所占比率基本相当,钟铃型花盘一般多形成平头型种盘,杯碗型和闭合型较少。这与Pandita和Shantha(2000)钟铃型花盘多形成平头型种盘,不产生闭合型种盘的结论不完全一致,这是否由于胡

萝卜品种不同所致,有待于进一步研究。

不同种盘类型种子产量和质量比较,平头型种盘各指标都优于闭合型和杯碗型种盘,其单种盘产量最高,种子最大,最为饱满,发芽率和发芽势最高,电导率最小,这与Marwaha(1978)的结论一致。试验结果同时表明,在胡萝卜育种中,可以定向培育具有钟铃型花盘的植株,以提高其种子产量和质量。

#### 参考文献

- 孔令娟,张光星,姚东伟. 2004. 国外胡萝卜采种技术研究. 中国蔬菜, (2): 54-56.
- 齐玉香. 1999. 全红型胡萝卜开花结实习性及其杂种生产技术. 中国农学通报, (1): 64-65.
- 宋红霞. 2005. 胡萝卜小株采种苗龄与采收期的研究〔硕士论文〕. 太原: 山西农业大学.
- 宋红霞,张光星,武喆,梁燕萍. 2008. 胡萝卜小株采种初探—苗龄对种株发育及种子产量质量之影响. 山西农业大学学报, 28(2): 159-162.
- Marwaha D S. 1978. Studies of quality evaluation of seed harvested from flat and closed umbels of different orders in carrot (*Daucus Carota* L.) //Project Report of Diploma in Seed Science & Technology, Delhi: PG School, Indian Agriculture Institute: 21.
- Pandita V K, Shantha N. 2000. Relationship of flower and seed umbel shape and their effect on seed quality of Asiatic carrot. Seed Research, 28(2): 207-211.
- Steckel J R A, Gray D, Rowse H R. 1989. Relationships between indices of seed maturity and carrot seed quality. Annals of Applied Biol, 114: 177-183.

## Correlation Analysis of Primary Umbel and Seed Umbel Characters in Carrot

SONG Hong-xia, CAO Jing-jing, WANG Rui-li, ZHANG Guang-xing\*

(College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China)

# 黄瓜上甜瓜黄斑病毒寿光分离物的初步鉴定及序列分析

乔宁<sup>1</sup> 王兴翠<sup>1</sup> 田素波<sup>2</sup> 刘永光<sup>1</sup> 姜会霞<sup>1</sup> 李美芹<sup>1\*</sup> 竺晓平<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 潍坊科技学院, 山东寿光 262700; <sup>2</sup> 山东寿光蔬菜种业集团有限公司, 山东寿光 262700; <sup>3</sup> 山东农业大学植物保护学院, 山东泰安 271018)

**摘要:** 在山东寿光黄瓜保护地种植区采集到疑似感染甜瓜黄斑病毒 (*Melon yellow spot virus*, MYSV) 的黄瓜病叶, 采用 RT-PCR 对其进行检测, 将扩增产物连接到 pEASY-T1 Simple 克隆载体后进行测序, 结果显示目的片段的大小为 505 bp, 与预期结果一致; 序列同源性比对分析结果表明, 黄瓜上 MYSV 寿光分离物与中国三亚的 MYSV-Sanya 分离物 (甜瓜 -GQ397254) 和中国台湾 MYSV-TW (西瓜 -FJ386391) 亲缘关系较近, 同源性可达到 98%。

**关键词:** 甜瓜黄斑病毒; 黄瓜; RT-PCR; 序列分析

甜瓜黄斑病毒 (*Melon yellow spot virus*, MYSV) 是布尼亚病毒科 (Bunyaviridae) 番茄斑萎病毒属 (*Tospovirus*) 的成员, 主要通过蓟马以

持久增殖方式传播, 其主要寄主为甜瓜、西瓜、黄瓜及苦瓜等葫芦科作物。MYSV 具有与其他 *Tospovirus* 病毒属相同的分子结构, 包括 3 个单链线性 RNA 片段, 其中 S RNA 含有 2 个开放阅读框架 (open reading frame, ORF), 分别编码核壳体蛋白 (nucleocapsid protein, NP) 和非结构蛋白 (nonstructural protein, NSs)。

甜瓜黄斑病毒于 2000 年最早发现于日本 (Kato et al., 2000), Chen 等 (2008) 在中国台湾西瓜上首次发现 MYSV, Gu 等 (2011) 报道在海南三亚甜瓜上首次发现该病毒, 其与日本和中国台湾分离物氨基酸序列同源性均达到 99% 以上, 随后在中

乔宁, 男, 讲师, 主要从事蔬菜育种及病虫害防治研究, E-mail: qning78@163.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 李美芹, 女, 副教授, 主要从事蔬菜育种研究, E-mail: mqli901@126.com

收稿日期: 2014-11-27; 接受日期: 2015-01-25

**基金项目:** 公益性行业 (农业) 科研专项 (201303028), 山东省农业良种工程现代种业企业科技培育计划项目, 山东省自然科学基金项目 (ZR2012CM032), 山东省科技发展计划项目 (2010GNC10915), 潍坊市科技发展计划项目 (201301159, 2013YD177), 潍坊科技学院校级项目 (W13K033, W13K006)

**Abstract:** To clear the genetic pattern of primary umbel types in carrot (*Daucus carota* L. var. *sativa* DC.), the umbel type, morphology characteristics and corresponding seed umbel type, seed yield and quality trait of 7 conventional carrot varieties were investigated and analyzed. The results showed that bell umbels accounted for the most, semi-bell was second, and flat umbels took minimum percentage during flowering in these 7 carrot varieties. Total floret number and umbels area of bell type were significantly higher than that of other types. After pollination, bell umbels formed flat seed umbels mostly, while those with flat shape flowers produced mostly closed type of seed umbels. Semi-bell shape always formed flat type and cup type seed umbels. Comparing yield and quality of these 3 types of seed umbels, various indexes of flat type were better than the closed type and cup type. The yield of single flat type seed umbels was the highest, its seed size was the biggest and full, germination percentage and germination energy were maximum, and its EC was minimum.

**Key words:** Carrot; Umbels; Seed umbels